

ANÁLISIS DE CONCEPCIONES SOBRE MODELACIÓN MATEMÁTICA EN DOCENTES EN FORMACIÓN DE EDUCACIÓN BÁSICA

Samantha Analuz Quiroz Rivera, Ruth Rodríguez Gallegos
samanthaq.rivera@gmail.com, ruthrdz@itesm.mx
Instituto Tecnológico de Monterrey
Básico

Resumen

La modelación matemática ha sido foco de estudio de numerosas investigaciones que han reconocido que a través del tránsito por el proceso mencionado se logra tender un puente entre la realidad y la matemática escolar. La aplicación de la modelación en cuanto estrategia didáctica debe ser llevada a cabo por el docente, lo cual sólo puede cumplirse en la medida que éstos conozcan dicha estrategia durante su formación. El presente avance de investigación tiene como objetivo presentar la problemática vinculada a la ausencia de la modelación en el currículo de docentes de educación primaria en México. Específicamente los esfuerzos se encamina a conocer las concepciones respecto a modelación matemática que los docentes en formación poseen y cómo éstas pudieran ser modificadas.

Palabras Clave: *Modelación, Profesores, Formación, Concepciones, Educación Básica.*

1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con Marcos, Kirsanov, & Longueira (2007) lograr mejorar los resultados en las instituciones escolares no se consigue solo con buenas ideas, es necesario realizar una reflexión en la que se reconozca al docente como un espacio concreto de transformación y un actor clave para pensar y poner en marcha cualquier cambio educativo.

La presente investigación tiene su foco precisamente en el estudio de los docentes, en específico respecto a la asignatura de matemáticas. Las matemáticas han sido desde hace algunos años una preocupación central por los bajos puntajes obtenidos en diversas evaluaciones nacionales e internacionales en el nivel básico (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, 2010; Vidal, 2009).

Se ha evidenciado que existe una problemática consistente en el relacionar las matemáticas escolares con la resolución de problemas de la vida cotidiana. Es por ello que a partir de la Reforma Integral de Educación Básica propuesta por la Secretaría de Educación en el 2009, se recurre a la puesta en práctica de la modelación matemática con el afán de tender ese puente entre la matemática escolar y la vida cotidiana.

Es por tanto que los docentes que imparten matemáticas en la escuela primaria debieran conocer a la modelación en tanto estrategia didáctica en los diversos cursos en las escuelas normales. Sin embargo, el plan de estudios con el que actualmente los docentes egresan parece omitir a la modelación matemática como un contenido a enseñarse (Secretaría de Educación Pública, 2002).

Estando consientes de la necesidad de la incorporación de la modelación matemática al currículo de los docentes en México, surgen preguntas respecto a la mejor manera de realizar dicha implementación. La literatura muestra que la manera de enseñar de un docente de matemáticas es producto en gran parte de sus concepciones formadas a través de su experiencia en el aprendizaje

de las matemáticas y en ocasiones difíciles de modificar (Andrews & Hatch, 2012; Thompson, 1992).

Conocer las concepciones de los docentes respecto a la modelación matemática permitirá entonces reconocer la manera en que estas pudieran ser modificadas y con ello realizar una propuesta formal respecto a la manera en que debería implementarse en el currículo de la formación de docentes de educación primaria.

La presente investigación tiene por tanto dos objetivos principales. Primeramente se espera indagar la manera en que vive la modelación matemática en los libros de texto de la educación primaria. Con ello, se busca conocer si efectivamente la Secretaría de Educación ha permitido que las lecciones a enseñar en las escuelas primarias estén basadas en esta estrategia didáctica. Con ello además se busca la selección de un contenido matemático en donde puedan verse mayormente elementos de modelación matemática.

El segundo objetivo estriba en la realización de un análisis de concepciones de los docentes en formación sobre modelación matemática. Se busca además reconocer la manera en que dichas concepciones se modifican a través de una secuencia didáctica propuesta los docentes en formación. Se presenta en la siguiente sección una revisión de la literatura que sustenta la problemática.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

a) Concepciones docentes

Diversas investigaciones han puesto en evidencia que la calidad de la enseñanza de las matemáticas solo será mejorada si el docente es un agente reflexivo en su práctica y posee conocimiento sobre las teorías educativas matemáticas (Garduño, Carrasco, & Raccanello, 2010; Krzywacki-Vainio, 2008; Yeping & Rongjin, 2008).

En México, la formación de docentes en educación primaria se realiza en las escuelas normales. Es solamente en el tercer y cuarto semestre cuando el docente en formación cursa materias sobre la didáctica de las matemáticas. En dichas materias se privilegia el aprendizaje de un enfoque constructivista basado en la resolución de problemas que la Secretaría de Educación propone en sus planes de estudio para la educación básica, sin embargo la modelación matemática no está incluida en dichos contenidos.

El cambio hacia la selección de otras estrategias, en este caso la modelación matemática por parte de los docentes en formación está influenciado por las concepciones de los docentes sobre las matemáticas (Golafshani, 1998; Pepin, 1990; Thompson, 1992). Se retoma la definición de Thompson (1984) que indica que una concepción docente de naturaleza matemática se refiere al conjunto de creencias, conceptos, significados, reglas, imágenes mentales y preferencias respecto a la disciplina de matemáticas que los docentes poseen consciente o subconscientemente.

El estudio de concepciones y de su evolución respecto a una secuencia didáctica ha sido poco estudiado puesto que prevalecen las investigaciones que refieran a aspectos más accesibles de observar como el comportamiento docente y que no involucren el aspecto cognitivo (Nyaumwe, 2004).

b) Modelación matemática

Dentro de las perspectivas de modelación presentadas por Kaiser & Sriraman (2006), se retoma en el presente estudio la perspectiva educacional puesto que esta enfatiza su importancia en la enseñanza. Más específicamente se ve a la modelación matemática como una estrategia didáctica que muestre los usos y formas de ver las matemáticas que permitan desarrollar contenido pragmático a partir de modelos aplicados a diferentes tareas (Confrey, 2007; Galbraith, 2007; Salett & Hein, 2004).

Luego de la revisión respecto a la definición propia de modelación matemática presentada por autores como Blum & Leiss (2006), Blum & Niss (1990) y Trigueros (2006) es posible establecer que la modelación matemática es un proceso cíclico que vincula el tránsito entre situaciones de un dominio real hasta la matemática escolar, mediante el planteamiento de problemas propios de contextos cotidianos.

Para dar muestra del proceso de modelación de manera gráfica, se retoma la propuesta por Rodríguez (2007, 2010) con la modificación de excluir el dominio físico por los problemas propios del nivel educativo en el que se canaliza la investigación (Ver figura 1).

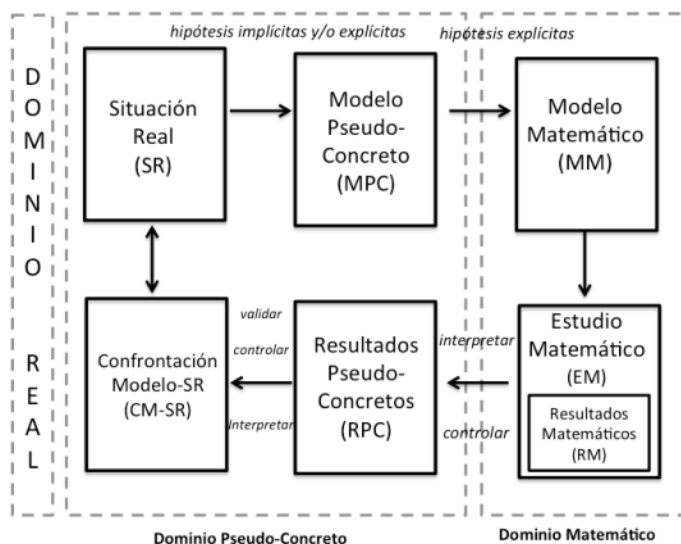


Figura 1. Ciclo de modelación modificado de Rodríguez (2007, 2010)

3. MARCO TEÓRICO

Para la definición del estudio, acorde con los dos objetivos principales de investigación, se retoman dos fases principales. Se presenta a continuación cada fase y el marco teórico que fundamentará su estudio.

Fase I. Estudio de manuales

El primer objetivo de investigación, retomado como necesario en la revisión de literatura, es el análisis a detalle de los manuales escolares (libros de texto) de matemáticas que estudian los alumnos de educación primaria. A pesar de estar especificado por la SEP (2011) la inserción de actividades propias de modelación matemática a las lecciones de cada uno de los seis grados, se considera indispensable conocer en qué grado esto sucede, buscando a su vez un contenido didáctico que pudiera ser rico para retomarlo en la Fase II.

Para realizar el análisis de manuales, nos basamos en Teoría Antropológica de lo Didáctico propuesta por Yves Chevallard en 1985. El autor retoma los conceptos utilizados años anteriores en sus estudios de transposición didáctica para dar cuenta que el saber a enseñar contenido en los manuales no es el que finalmente se enseña en la escuela, sino que el docente lo transforma a un objeto de enseñanza en sus prácticas diarias. Es así que en la búsqueda del análisis de dichas prácticas Chevallard (1985, 1992) sitúa la actividad matemática en el conjunto de actividades humanas y de instituciones sociales reconociendo que toda actividad humana puede describirse a través de praxeologías.

La realización de un análisis de manuales mediante la Teoría Antropológica de lo Didáctico ha sido utilizado por Chaachoua (2009), Guyon (2008), Rodríguez (2007), Saglam (2004) entre otros, quienes muestran de manera sistemática los cuatro componentes de una praxeología organizados en los dos grandes bloques indicados por Chevallard (1992). Por un lado, el bloque del saber hacer, en el que se buscan los tipos de tareas $[T]$ y las técnicas $[\tau]$ a través de las cuales se realiza; y por otro lado el bloque del saber, en el que se detalla las tecnologías que explican las técnicas usadas $[\theta]$, así como las teorías que las soportan $[\Theta]$.

Fase II. Análisis de concepciones

Para el análisis de las concepciones docentes se retoma el marco teórico presentado por Vergnaud en 1990 denominado Teoría de los Campos Conceptuales (TCC). La TCC no ve a las concepciones como errores, sino que son consideradas como parte de un proceso normal en el que son precursoras de conceptos científicos a ser adquiridos, para lo cual es necesaria la guía del profesor.

La TCC muestra que para el desarrollo cognitivo es necesaria la conceptualización, definiendo un campo conceptual como un conjunto de problemas y situaciones cuyo tratamiento requiere concepciones, procedimientos y representaciones de tipos diferentes pero íntimamente relacionados (Vergnaud, 1990).

La idea de un campo conceptual está compuesta por tres conjuntos: Situaciones que dan sentido a la concepción, Invariantes sobre las cuales reposa la operatividad de la concepción, y Representaciones de formas lingüísticas y no lingüísticas que permiten representar simbólicamente la concepción, sus propiedades, las situaciones y los procedimientos de tratamiento (Vergnaud, 1990).

A esta triplete, se añade un conjunto más señalado por Balacheff (2004) denominado Estructura de control, constituida por los significados necesarios para realizar elecciones, tomar decisiones y expresar juicio. Este elemento de la concepción es considerado crucial para su comprensión puesto que es necesario un criterio que permita decidir si una acción es relevante o no o si un problema está resuelto, es decir una validación (Balacheff y Gaudin, 2002).

El estado del arte muestra que la mayoría de las investigaciones que han utilizado la TCC para el análisis de concepciones se han enfocado en el estudio de un objeto matemático. Desde el mismo Vergnaud (1990) quien presenta las concepciones de la suma, resta o multiplicación, hasta estudios más recientes como el de Flückiger (2004) y Flückinger y Brun (2005) quienes muestran el campo conceptual de la medida.

En la presente investigación la diferencia principal estriba en que se utilizará la TCC para valorar las concepciones de los docentes en un objeto no matemático como lo es la modelación matemática. Es por ello que se presenta una manera de extrapolar dicha teoría a través de una metodología que se presenta en el siguiente apartado.

4. MÉTODO

La metodología seguida para dar respuesta a las preguntas de investigación es de tipo cualitativo puesto que se intentará entrar en el mundo de los informantes y comprender con ello el cómo construyen significados alrededor de acontecimientos de su vida cotidiana (Valenzuela y Flores, 2012). El diseño de investigación se presenta al igual que el marco teórico, a partir de las dos fases del estudio.

Fase I. Estudio de manuales

La primera fase del estudio servirá para dar respuesta a la primera pregunta de investigación: ¿De qué manera vive la modelación en los libros de texto oficiales de matemáticas de educación primaria? La metodología seguida está basada en los estudios de Rodríguez (2007), Chaachoua (2009) y Saglam (2004) y Guyon (2008). La figura 2 muestra el diseño de investigación de esta fase.

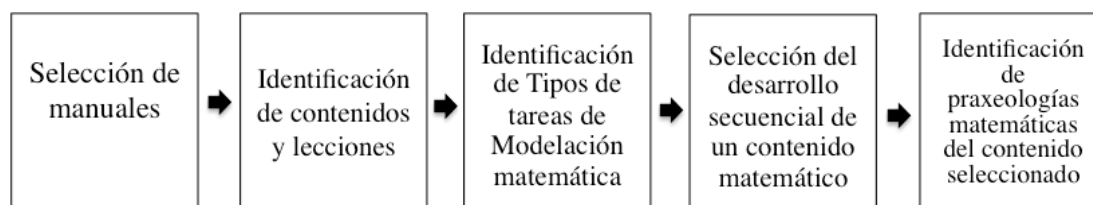


Figura 2. Diseño de investigación Fase I

Luego de la selección de los manuales, se identificarán las lecciones que los seis libros de texto contemplan. Posteriormente se dará pie a la identificación de Tipos de tareas de modelación. Los Tipos de tareas que se identifiquen se retomarán de los propuestos por Rodríguez (2007) correspondientes a modelación matemática:

- Tareas referidas a una Situación Real
- Tareas referidas a un Modelo Pseudo-Concreto
- Tareas referidas a un Modelo Matemático
- Tareas referidas a un Resultado Matemático
- Tareas referidas a un Resultado Pseudo-Concreto
- Tareas referidas a un Resultado Real

Una vez identificados los contenidos con mayor cantidad de tareas que estén relacionados con la modelación matemática, se pasará a la realización de un análisis de las técnicas para completar el bloque práctico-técnico, y posteriormente las tecnologías y teorías que las sustentan correspondientes al bloque tecnológico-teórico.

Fase II. Análisis de concepciones

El enfoque de investigación que se utilizará será un Estudio de Casos Múltiples propuesto por Stake (1995, 2005). La muestra estará compuesta por alumnos de séptimo semestre de la Licenciatura en Educación Primaria de una escuela normal del sur de Nuevo León, México. La

elección de los casos fue hecha a partir de la disponibilidad de la institución para el acceso a sus estudiantes.

Las variables de estudio a las cuales se someterán serán las correspondientes a la cuádrupla de una concepción dada por Vergnaud (1990) y Balacheff (2004): Situaciones, Invariantes. Representaciones simbólicas, Estructuras de control.

Para su estudio se elige el diseño de investigación presentado por Chacón (2011), Lewis y Tsuchida (1998) y Mena (2007) denominado Estudio de Lecciones (Ver Figura 3).

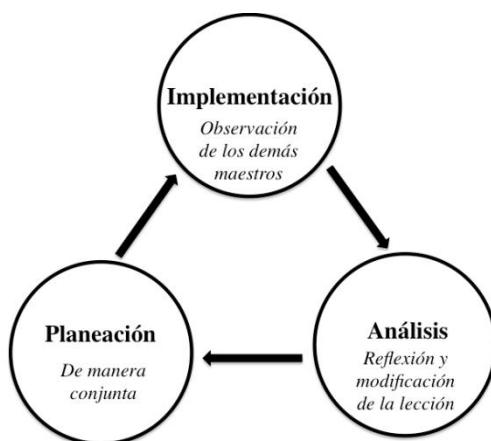


Figura 3. Diseño de investigación Estudio de Lecciones

El diseño de investigación consiste en la planeación de una lección de matemática por cinco docentes confrontando sus ideas de la manera de enseñar y aprender matemáticas. En un segundo momento uno de los docentes implementará la lección en su salón de clases mientras los otros cuatro lo observan. En un tercer momento se reunirán de nuevo a discutir el trabajo visto y mejorar el plan de clase. El ciclo se repite hasta que los cinco docentes hayan impartido el contenido.

Durante los tres grandes momentos del diseño de investigación se prevé la utilización de una serie de instrumentos que apoye a la recolección de datos con base en los indicadores mencionados anteriormente. Es importante mencionar que las categorías a analizar serán complementadas y detalladas a parte del contenido matemático elegido en la Fase 1 de la investigación. Las técnicas para recolección de datos serán la entrevista, la observación y el análisis de documentos. Los instrumentos diseñados se basan en guías de observación de los tres momentos del estudio de lecciones, un formato de entrevista semiestructurada, y un registro de análisis de los planes de clase elaborados.

5. CONCLUSIONES

Es en la educación primaria donde los alumnos desarrollan una gran cantidad de competencias necesarias y básicas para los posteriores niveles educativos. La búsqueda de la adquisición de una matemática vista como herramienta que le permita dar respuesta a problemas de su cotidiano debe ser tarea de todo profesor. Para tal logro, es necesario voltear la mirada hacia la manera en que los docentes están siendo formados puesto que ello incide en la manera en como planearán e implementarán las clases con sus alumnos.

Así, la presente investigación trata de realizar un aporte hacia la formación de docentes y la incorporación de la modelación matemática. Actualmente se trabaja en la primera fase del estudio o análisis de manuales. Los resultados que arrojen los datos recolectados permitirán un mayor detalle en el diseño de instrumentos para la segunda fase del estudio referente a la búsqueda de concepciones docentes.

6. REFERENCIAS

- Andrews, P., & Hatch, G. (2012). A comparison of Hungarian and English Teachers' Conceptions of Mathematics and Its Teaching. *Educational Studies in Mathematics*, 43(1), 31–64.
- Balacheff, N. (2004). Marco , registro y concepción. *EMA*, 10(1), 181–204.
- Balacheff, N., & Gaudin, N. (2002). Students conceptions : an introduction to a formal characterization, 1–21.
- Blum, W., & Leiss, D. (2006). How do students and teachers deal with mathematical modelling problems? The example “Filling up”. *Mathematical Modelling, Education, Engineering and Economics*. Chichester: Horwood Publishing.
- Blum, W., & Niss, M. (1990). Applied mathematical problem solving, modelling, applications, and links to other subjects. State, trends and issues in mathematics instruction. *Educational Studies in Mathematics*, 22(1), 37–68.
- Chaachoua, H. (2009). Etude des programmes et manuels scolaires. *Didactique des Sciences* (p. 55).
- Chacón, M. (2011). Formación continua mediante el Estudio de la Lección : una propuesta para Costa Rica. XIII Conferencia Interamericana de Educación Matemática (p. 12).
- Chevallard, Y. (1985). *La transposition didactique: du savoir savant au savoir enseigné* (p. 126). Grenoble: La Pensée Sauvage.
- Chevallard, Y. (1992). Concepts fondamentaux de la didactique: perspectives apportées par une approche anthropologique. *Reserches en Didáctique des Mathématiques*, 21(1), 1–37.
- Confrey, J. (2007). Epistemology and modelling-overview. Modelling and Applications in Mathematics Education, *The 14th ICMI Study*, 10(3), 125–128. doi:10.1007/97803872982214
- Flückiger, A. (2004). Analyse didactique et schéma: Une étude qui articule théorie des situations et théorie des champs-conceptuels. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 24(1), 169–204.
- Flückinger, A., & Brun, J. (2005). Conceptualization et classes de problèmes dans le champ conceptuel de la mesure. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 25(3), 349–402.
- Galbraith, P. (2007). Authenticity and Goals-overview. Modelling and Applications in Mathematics Education, *The 14th ICMI Study*, 10(3.2.0), 181–184.
- Garduño, L., Carrasco, M., & Raccanello, K. (2010). Los formadores de docentes y la autoeficacia para la enseñanza en una muestra de escuelas normales en el estado de Puebla. *Perfiles Educativos*, 32(127), 85–104.
- Golafshani, N. (1998). Teachers' conceptions of mathematics and their instructional practices. *Philosophy of Mathematics Education Journal*, 18(1), 1–14.
- Guyon, E. (2008). Étude des raisons d ' apparition d ' erreurs stables chez les élèves de troisième sur un sous domaine du calcul littéral : la factorisation. Joseph Fourier.
- Kaiser, G., & Sriraman, B. (2006). A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education. *Zdm*, 38(3), 302–310. doi:10.1007/BF02652813

- Krzywacki-Vainio, H. (2008). Pre-service mathematics teacher education orienting the formation of teacher identity - mathematical education as the basis for development. *ICME*, 11(3), 8.
- Marcos, A., Kirsanov, E., & Longueira, M. (2007). *La formación profesional docente*. Buenos Aires, Argentina: Bonum.
- Mena, A. (2007). Proemio. El Estudio de Clases Japonés en Matemáticas, Su importancia para el mejoramiento de los aprendizajes en el escenario global (p. 341). Valparaíso: Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.
- Nyaumwe, L. (2004). The impact of full time student teaching on preservice teachers' conceptions of mathematics teaching and learning. *Mathematics Teacher Education and Development*, 6(1), 19–30.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2010). PISA 2009 Results : Learning to Learn. Strategies (1o ed., Vol. III, p. 270). París: OCDE Publishing.
- Pepin, B. (1990). Epistemologies, beliefs and conceptions of mathematics teaching and learning: the theory, and what is manifested in mathematics teachers' work in England , France and Germany. *Constructivism and Education*, 1(1), 1–20.
- Rodríguez, R. (2007). Les équations différentielles comme outil de modélisation mathématique en Classe de Physique et de Mathématiques au lycée : une étude de manuels et de processus de modélisation d ' élèves en Terminale S. Sciences-New York. Joseph Fourier Grenoble I.
- Rodríguez, R. (2010). Aprendizaje y enseñanza de la modelación: el caso de las ecuaciones diferenciales. *Revista Latinoamericana de Matemática Educativa*, 13(4-1), 191–210.
- Saglam, A. (2004). Les Équations Différentielles en Mathématiques et en Physique. Université Joseph Fourier.
- Salett, M., & Hein, N. (2004). Modelación matemática y los desafíos para enseñar matemática. *Educación Matemática*, 16(002), 105–125.
- Secretaría de Educación Pública. (2002). Matemáticas y su Enseñanza II. D.F., México: Secretaría de Educación Pública.
- Secretaría de Educación Pública. (2011a). Plan de Estudios 2011 (1o ed., p. 92). México.
- Stake, R. (1995). *Investigación con estudio de casos* (p. 157). Madrid, España: Morata.
- Stake, R. (2005). Qualitative Case Studies. In N. Denzin & Y. Lincoln (Eds.), *The Sage Handbook of Qualitative Research* (3o ed., pp. 443–466). California: Sage Publications.
- Thompson, A. (1984). The relationship of teachers' conceptions of mathematics and mathematics teaching to instructional practice. *Educational Studies in Mathematics*, 15(2), 105–127. doi:10.1007/BF00305892
- Thompson, A. (1992). Teacher's beliefs and conceptions: a synthesis of the research. *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*. Nueva York, Estados Unidos de América: Macmillan.
- Trigueros, M. (2006). Ideas acerca del movimiento del péndulo: un estudio desde una perspectiva de modelación. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 11(031), 1207–1240.
- Valenzuela, J., & Flores, M. (2012). *Fundamentos de investigación educativa* (p. 316). México: Editorial Digital del Tecnológico de Monterrey.
- Vergnaud, G. (1990). Teoría de los campos conceptuales. *Reserches en Didáctique des Mathématiques*, 10(2), 133–170.
- Vidal, R. (2009). ¿Enlace, Exani, Excale o PISA? Director. D.F., México: Ceneval.
- Yeping, L., & Rongjin, H. (2008). Facilitating the Development of Mathematics Teachers' Expertise through Professional Promotion Practices in Mainland China. *ICME*, 11(3), 1–9.